



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Medicina II

**Utilização de dispositivos de Compressões
Torácicas Externas em paragem
cardiorrespiratória de origem cardíaca em
contexto pré-hospitalar: revisão
sistemática.**

Rui Alexandre Massena Gonçalves

Junho'2018

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Medicina II

**Utilização de dispositivos de Compressões
Torácicas Externas em paragem
cardiorrespiratória de origem cardíaca em
contexto pré-hospitalar: revisão
sistemática.**

Rui Alexandre Massena Gonçalves

Orientado por:

Dr. João Madeira Lopes

Junho'2018

Resumo

Objetivo: A importância das Compressões Torácicas Externas (CTE) tem vindo a ser evidenciada como essencial para a sobrevivência da vítima de paragem cardiorrespiratória (PCR). O objetivo deste trabalho é analisar e comparar a evidência científica dos ensaios clínicos aleatorizados realizados nos últimos 15 anos que estudaram a eficácia dos dispositivos de CTE mecânicas em comparação com as CTE manuais em casos de PCR de origem presumivelmente cardíaca e em ambiente pré-hospitalar.

Materiais e métodos: Realizou-se uma pesquisa sistemática no PubMed onde se incluíram todos os ensaios clínicos aleatorizados, publicados nos últimos 15 anos, que compararam a utilização de dispositivos de CTE mecânicas com CTE manuais em adultos vítimas de PCR de origem presumivelmente cardíaca e em ambiente pré-hospitalar. Analisaram-se os estudos no que diz respeito a metodologia, resultados e conclusões.

Resultados: Foram selecionados e analisados seis estudos sendo que dois estudaram a utilização do Autopulse™ (ASPIRE¹ e CIRC²) enquanto que os restantes investigaram a utilização do LUCAS™ (Smekal³, LINC⁴, PARAMEDIC⁵ e MECCA⁶). Em nenhuma das análises *intention-to-treat* destes estudos foi revelada superioridade ou inferioridade nos *outcomes* quando comparada a utilização de dispositivos de CTE mecânicas com CTE manuais em PCR de origem presumivelmente cardíaca em ambiente pré-hospitalar, considerando-se, portanto, equivalentes.

Conclusões: Considerando a equivalência demonstrada entre CTE manuais e CTE mecânicas, a utilização de dispositivos de CTE mecânicas pode ser equacionada como alternativa desde que não atrase a realização de compressões nem a aplicação do primeiro choque elétrico com o desfibrilhador ou para situações especiais em que as CTE manuais não sejam de alta qualidade.

Palavras-Chave:

Paragem cardiorrespiratória, reanimação, compressões torácicas, dispositivos mecânicos, pré-hospitalar.

O Trabalho Final exprime a opinião do autor e não da FML.

Abstract

Objective: The importance of the External Thoracic Compressions (ETC) has become more and more underlined as essential to the survival of a victim during a cardiorespiratory arrest. The objective of this work is to analyse and compare scientific evidence from random clinical trials that happened in the past 15 years and that have studied the efficiency of mechanical ETC compared to that of manual ETC in Out-of-Hospital Cardiac Arrest (OHCA).

Materials and methods: There was a systemic research at PubMed where all the trials published in the past 15 years were included; these trials compare the use of mechanical ETC to the use of manual ETC in adults who are victims of OHCA. These studies were analysed concerning their methodology, results and conclusions.

Results: Six studies were selected and analysed; two of them studied the use of the Autopulse™ (ASPIRE¹ e CIRC²) while the rest investigated the use of the LUCAS™ (Smekal³, LINC⁴, PARAMEDIC⁵ e MECCA⁶). Neither of these studies' analyses showed superiority or inferiority in the outcomes when comparing the use of mechanical ETC with manual ETC in victims of OHCA, which leads us to consider them equivalent.

Conclusions: Considering the equivalence shown between manual and mechanical ETC, the use of mechanical ETC devices could be seen either as an alternative, as long as it does not delay the realization of compressions nor the application of the first electric shock with the defibrillator, or in special situations when manual ETC is not of high quality.

Keywords:

Cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation, chest compression, mechanical devices, Out-of-hospital

Índice

Resumo	2
Abstract.....	3
Índice	4
Introdução.....	5
Materiais e métodos	8
Resultados	9
Discussão	19
Conclusões.....	24
Agradecimentos	25
Bibliografia	26
Anexos	28

Introdução

A paragem cardiorrespiratória (PCR) de origem cardíaca é uma das principais causas de morte na Europa estimando-se corresponder a 350 a 700 mil casos por ano.⁷ Calcula-se que quando ocorre em ambiente pré-hospitalar apenas uma em cada doze vítimas sobrevive.⁵

O *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR) tem vindo a evidenciar a importância cada vez maior atribuída à qualidade das compressões torácicas externas (CTE) como essencial para a sobrevivência da vítima de PCR. As CTE devem ter a profundidade, o ritmo, a descompressão e a fração de compressão adequados.⁸

Estão reportadas algumas situações em que a manutenção da qualidade das CTE em ambiente pré-hospitalar é dificultada, nomeadamente quando há poucos reanimadores disponíveis, quando as CTE se prolongam, quando há fadiga do reanimador, quando há necessidade de realizar outros procedimentos em simultâneo, quando as manobras são realizadas dentro de veículos em movimento, quando não há condições de segurança ou quando o acesso à vítima é limitado.⁵

Perante as condições desafiadoras que são as da emergência pré-hospitalar foram surgindo no mercado desde o ano 2002 alguns dispositivos mecânicos de CTE que foram desenvolvidos com o objetivo de proporcionar compressões de alta qualidade de forma a substituir as compressões manuais.³

Os dispositivos mecânicos ministram CTE de profundidade e frequência normalizadas, durante longos períodos, sem que diminua a sua qualidade ao longo do tempo e libertam os reanimadores para se dedicarem a outras tarefas.⁹

Os dispositivos mecânicos de CTE disponíveis no mercado, mais conhecidos e para os quais há ensaios clínicos aleatorizados de dimensões consideráveis são: o *Lund University Cardiopulmonary Assist System* (LUCAS™) e o *Autopulse Resuscitation System* (Autopulse™).

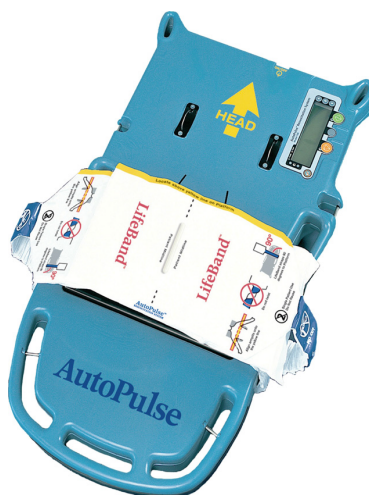
O LUCAS™ é um dispositivo composto por um êmbolo cilíndrico apoiado em dois braços acoplados a um plano rígido e associado a um copo de sucção de silicone.³ Na primeira versão, LUCAS™-1, o êmbolo é alimentado por uma fonte pneumática, enquanto que na segunda versão (comercializada a partir de 2010), LUCAS™-2, a alimentação é elétrica. O LUCAS™ ministra CTE a um ritmo de 102 compressões por

minuto com uma profundidade de 40-53 mm, garantindo decompressão total do tórax por ação do copo de sucção e um tempo igual de compressão e decompressão.^{5,10} Este dispositivo pesa entre 6,3 e 7,8 kg, dependendo do modelo.^{11,12} No que diz respeito à autonomia, o LUCAS™-1 depende do volume da garrafa de ar comprimido acoplada, sendo que uma garrafa com 3 litros de capacidade permite aproximadamente 55 minutos de utilização. O LUCAS™-2 com a sua bateria elétrica original permite cerca de 45 minutos de autonomia.¹²



(Figura 1 – LUCAS™-2¹²)

O Autopulse™ é um dispositivo de CTE mecânicas composto por uma banda circunferencial de compressão distribuída transversalmente por todo o tórax.² Esta banda encontra-se adaptada a um pequeno plano rígido posicionado no dorso da vítima. Este dispositivo pesa 9,3 kg e tem autonomia de mais de 30 minutos com bateria.¹³



(Figura 2 – Autopulse™¹⁴)

Apesar de as CTE manuais continuarem a ser a referência de tratamento, estes dispositivos são considerados pela *American Heart Association* (AHA) nas suas *guidelines* de 2015 como alternativas razoáveis para uso por profissionais treinados (grau de recomendação IIb, nível de evidência B) nomeadamente em situações em que as CTE manuais sejam de dificuldade ou perigo acrescido, garantindo que as interrupções são estritamente reduzidas ao necessário para a instalação do dispositivo (grau de recomendação IIb, nível de evidência C).¹⁰

Nas *guidelines* do *European Resuscitation Council* (ERC) publicadas em 2015 é desaconselhada a utilização por rotina de dispositivos de CTE mecânicas de forma a substituir as CTE manuais (grau de recomendação fraco, nível de evidência moderado) e é sugerido que estes dispositivos possam ser uma alternativa razoável para situações em que a realização de CTE manuais de alta qualidade se torne impraticável ou ponha em causa a segurança dos operacionais (grau de recomendação fraco, nível de evidência baixo).¹⁵

O objetivo deste trabalho é analisar e comparar a evidência científica dos ensaios clínicos aleatorizados realizados nos últimos 15 anos e que estudaram a eficácia dos dispositivos de CTE mecânicas em comparação com as CTE manuais em casos de PCR de origem presumivelmente cardíaca e em ambiente pré-hospitalar.

Materiais e métodos

Realizou-se uma pesquisa sistemática utilizando o motor de busca PubMed durante o mês de fevereiro de 2018.

Definiu-se que para este trabalho seriam analisados ensaios clínicos aleatorizados, publicados nos últimos 15 anos, ou seja, publicados após fevereiro de 2003, que comparem a utilização de dispositivos de CTE mecânicas com CTE manuais em adultos vítimas de PCR de origem presumivelmente cardíaca e em ambiente pré-hospitalar.

Não se limitou a seleção de artigos com base na língua.

Utilizou-se a seguinte combinação de termos como método de pesquisa:

- 1) “Mechanical”
- 2) “Chest” OR “Thorax”
- 3) “Compression”
- 4) “LUCAS” OR “Autopulse” OR “LDB”
- 5) Clinical trial[ptyp]
- 6) “2003/02/01 : 2018/02/28”[PDAT]
- 7) Humans

(1 AND 2 AND 3) AND 4 AND 5 AND 6 AND 7

Foram encontrados 26 artigos com este método.

Leram-se todos os *abstracts* dos artigos obtidos na pesquisa sistemática e selecionaram-se os que estavam de acordo com a metodologia definida. Em caso de dúvida procedeu-se à leitura do artigo completo para determinar a sua inclusão. Foram excluídos estudos não aleatorizados e outros artigos que não se enquadravam nos critérios definidos.

De acordo com a metodologia definida foram selecionados 6 ensaios clínicos para análise: ASPIRE ¹, Smekal ³, CIRC ², LINC ⁴, PARAMEDIC ⁵ e MECCA⁶.

Após a seleção, foram analisados os artigos no que diz respeito a objetivos, metodologia (onde se incluiu a aleatorização e os *outcomes*), resultados e conclusões.

Resultados

Os estudos ASPIRE¹ e CIRC² investigam a utilização do dispositivo Autopulse™, enquanto os outros estudos se referem à utilização do dispositivo LUCAS™.

1) ASPIRE¹

Os resultados do *AutoPulse Assisted Prehospital International Resuscitation (ASPIRE) Trial* foram publicados em 2006, sendo o artigo mais antigo entre os selecionados. O estudo teve como objetivo comparar CTE com Autopulse™ com CTE manuais em casos de PCR em ambiente pré-hospitalar. Pretendia o estudo comprovar a hipótese de haver uma maior sobrevivência às 4 horas nas vítimas que recebiam CTE mecânicas quando comparadas com as que recebiam CTE manuais seguindo as *guidelines* da AHA publicadas em 2000.¹⁶

O ASPIRE é um ensaio clínico aleatorizado por *clusters* e cruzado realizado entre 1 de Julho de 2004 e 31 de Março de 2005 em 5 cidades dos Estados Unidos da América (EUA).

Foram incluídos 767 adultos vítimas de PCR de origem presumivelmente cardíaca em ambiente pré-hospitalar, dos quais 373 integraram o grupo de CTE manuais e 394 o grupo de CTE mecânicas. Excluíram-se casos de gravidez, Ordem de Não Reanimação (ONR), trauma, cirurgia recente, morte inequívoca à chegada da equipa, PCR presenciada pela equipa, etiologia não cardíaca e Suporte Avançado de Vida (SAV) iniciado mais de 90 segundos antes da chegada da equipa.

Na aleatorização utilizada, os *clusters* eram bases de ambulância e o cruzamento do estudo ocorreu em intervalos entre 4 semanas e 2 meses. Em cada local, metade dos *clusters* foram aleatorizados para a utilização de CTE mecânicas e a outra metade para CTE manuais, sendo que subsequentemente alternavam.

O *outcome* primário foi definido como sobrevivência com circulação espontânea 4 horas depois do alerta. Foram definidos como *outcomes* secundários a alta hospitalar e o estado neurológico (*Cerebral Performance Category (CPC) score*) à data da alta.

As comparações deste estudo foram feitas de acordo com uma análise *intention-to-treat*.

A comissão de ética determinou a interrupção do estudo antes de se conseguir recrutar o número de casos necessários à sua conclusão, uma vez que foram obtidos resultados adversos nas análises intermédias.

Não se registou diferença estatisticamente significativa entre grupos no que diz respeito à sobrevivência 4 horas depois do alerta (24,7% nas CTE manuais vs 26,4% nas CTE mecânicas; $P=.62$). No entanto, a sobrevivência no momento da alta hospitalar foi menor no grupo de CTE mecânicas (9,9% nas CTE manuais vs 5,8% nas CTE mecânicas; $P=.06$), assim como a sobrevivência com CPC *score* igual a 1 ou 2 (7,5% nas CTE manuais vs 3,1% nas CTE mecânicas; $P=.006$).

2) CIRC²

O *Circulation Improving Resuscitation Care (CIRC) Trial* foi publicado em 2014 e também analisa a utilização do AutoPulseTM.

O objetivo deste estudo foi comparar as CTE mecânicas com CTE manuais de forma a determinar equivalência, superioridade ou inferioridade no que diz respeito à sobrevivência na alta após PCR extra-hospitalar seguindo as *guidelines* da AHA / ERC publicadas em 2005^{17,18} e avaliando respiração, ritmo cardíaco e pulso a cada 3 minutos.

O CIRC é um ensaio clínico controlado, sequencial e aleatorizado realizado entre 5 de março de 2009 e 11 de janeiro de 2011 em três locais nos EUA e dois locais na Europa.

A aleatorização foi realizada na proporção de 1:1 com cartões selados que só eram abertos quando havia indicação para reanimação.

Neste estudo foi realizada uma análise de *intention-to-treat* modificada e foi desenhado de forma a ter uma significância estatística bilateral de 5% e o poder de 97,5% de detetar um *log Odds Ratio* (log-OR) de 0,37; *Odds Ratio (OR)* de 1,44. Usaram-se intervalos de confiança (IC) de 95% do *log-OR*.

Dos 9068 casos de PCR inicialmente analisados e após a aplicação dos critérios de inclusão (adultos com PCR extra-hospitalar de origem presumivelmente cardíaca) e de exclusão (gravidez; ONR; tamanho demasiado grande para o dispositivo; prisioneiros; vítimas que receberam CTE mecânicas antes de ter sido determinada a aleatorização;

equipas que chegassem mais de 16 minutos depois do alerta) foram apenas incluídos na análise final 4231 casos.

Destes, 2132 foram incluídos no grupo que recebeu tratamento com CTE manuais e 2099 receberam tratamento com CTE mecânicas.

Definiu-se a sobrevivência no momento da alta hospitalar como *outcome* primário e como *outcomes* secundários o retorno da circulação espontânea, a sobrevivência às 24 horas e um *modified Rankin Scale (mRS) score* igual ou inferior a 3 antes da alta hospitalar.

Globalmente, demonstrou-se que o grupo que recebeu tratamento com CTE manuais teve um aumento no *outcome* primário (233/2132; 11%) quando comparado com o grupo que recebeu CTE mecânicas (196/2099; 9,4%). Estes dados, depois de ajustados, revelaram um OR de 1,06 (IC de 95% 0,83-1,37), que se encontra totalmente dentro dos IC de 95% pré-definidos para equivalência.

No que diz respeito ao *outcome* neurológico, estavam disponíveis *mRS scores* de 310 dos 429 doentes que sobreviveram até à alta hospitalar. A diferença no *score* entre os dois grupos não foi estatisticamente significativa (OR ajustado 0,80; IC de 95% 0,47-1,37).

Foram também analisadas algumas lesões com base nos registos clínicos. A diferença da distribuição de lesões entre os dois grupos não foi estatisticamente significativa (12% nas CTE mecânicas vs 11% nas CTE manuais; OR 1,10; IC de 95% 0,91-1,34; $p=0,31$).

Este estudo demonstrou que as CTE mecânicas são equivalentes às CTE manuais e também o *outcome* neurológico e os efeitos adversos das CTE não diferiram entre grupos.

3) SMEKAL³

O estudo Smekal foi publicado em 2011 e avalia a utilização do LUCASTM seguindo as *guidelines* do ERC publicadas em 2000.¹⁹

É um estudo piloto aleatorizado realizado entre 1 de Fevereiro de 2005 e 1 de Abril de 2007 na Suécia e tinha como objetivo avaliar o LUCASTM antes da realização de um estudo de maiores dimensões.

A aleatorização foi realizada com cartas seladas que eram abertas após se reconhecer a PCR.

Foram incluídos 148 adultos com PCR pré-hospitalar de origem presumivelmente cardíaca, excluindo-se casos de gravidez ou trauma.

Foram incluídos 75 casos no grupo de CTE mecânicas e 73 casos no grupo de CTE manuais.

O grupo das CTE mecânicas começava o algoritmo pela realização de CTE manuais até o dispositivo estar pronto e a partir desse momento seguiam-se 90 segundos de CTE com o LUCAS™. No final dos 90 segundos, interrompiam-se as compressões, avaliava-se o ritmo para decidir a desfibrilhação elétrica, se adequado aplicava-se o choque e de seguida iniciava-se um novo ciclo de 90 segundos. No final de dois ciclos, eram realizadas manobras de acordo com a *guideline*. O grupo das CTE manuais seguiu as *guidelines* integralmente desde o início da abordagem.

Na análise estatística, os grupos foram testados para variáveis dicotômicas com testes de *Fisher* e para variáveis contínuas com testes do U de *Mann-Whitney*, considerando em ambos os casos um $p < 0,05$ para significância estatística.

O tempo médio desde a ativação do socorro até ao início do Suporte Básico de Vida (SBV) foi de 8,3 minutos no grupo das CTE mecânicas e de 7,5 minutos no grupo das CTE manuais ($p=0,38$).

O tempo médio gasto para aplicar o LUCAS™ foi de 2,7 minutos desde o início do SBV.

Definiu-se como *outcome* primário o retorno da circulação espontânea com tensão arterial superior a 80/50 mmHg por mais de 5 minutos e como *outcomes* secundários o retorno da circulação espontânea com pulso palpável, a sobrevivência no momento da admissão hospitalar ou a sobrevivência à alta hospitalar.

Relativamente aos resultados de *outcome* primário obtidos no grupo das CTE mecânicas comparados com o grupo das CTE manuais obtiveram-se 23 e 19 casos, respetivamente ($p=0,59$). No retorno da circulação espontânea com pulso palpável obtiveram-se 30 e 23 casos ($p=0,30$), respetivamente. Na sobrevivência à admissão hospitalar obtiveram-se 18 e 15 casos, respetivamente ($p=0,69$). Os sobreviventes até alta hospitalar foram 6 e 7,

respetivamente ($p=0,78$), correspondendo a uma sobrevivência na alta hospitalar no grupo de CTE mecânicas de 8,1% e de 9,7% no grupo de CTE manuais.

Este estudo não encontrou diferenças significativas na sobrevivência a curto prazo de doentes com PCR de origem presumivelmente cardíaca em ambiente pré-hospitalar em doentes submetidos a CTE mecânicas quando comparados com doentes submetidos a CTE manuais.

4) LINC⁴

O estudo *LUCASTM In Cardiac arrest (LINC)* foi publicado em 2014 e analisa a utilização do LUCASTM seguindo as *guidelines* do ERC publicadas em 2005.¹⁸

Este ensaio clínico multicêntrico aleatorizado foi desenhado para avaliar a eficiência e segurança da utilização de um algoritmo onde se utilizam CTE mecânicas conjugadas com desfibrilhação elétrica simultânea comparando-o com um algoritmo que segue as *guidelines* de SBV utilizando CTE manuais.

O objetivo primário foi tentar descobrir se o tratamento com CTE mecânicas resultaria numa maior sobrevivência em vítimas de PCR fora do hospital quando comparado com a dos doentes que receberiam tratamento com CTE manuais.

Este estudo foi patrocinado pela *Physio-control/Jolife Ab*, empresa que desenvolveu e comercializa o LUCASTM e decorreu de Janeiro de 2008 a Agosto de 2012 na Suécia, Holanda e Reino Unido.

A aleatorização foi realizada no local, com envelopes opacos, na proporção 1:1, sempre que os critérios de inclusão e exclusão estivessem contemplados.

As vítimas aleatorizadas para receber CTE manuais eram imediatamente sujeitas a SBV de acordo com as *guidelines*.

As vítimas aleatorizadas para receber CTE mecânicas iniciavam o algoritmo próprio do estudo. Este algoritmo foi desenhado com base em alguns estudos que sugeriam a importância de se efetuarem CTE imediatamente antes da desfibrilhação e de se diminuir ao mínimo o tempo sem compressões. Assim, o algoritmo iniciava-se com CTE manuais enquanto se preparava o LUCASTM. De seguida as CTE mecânicas eram iniciadas e realizadas durante 3 minutos. A primeira desfibrilhação era realizada aos 90

segundos, sem interromper as compressões e sem pausa para avaliação de pulso. A cada 3 minutos fazia-se uma avaliação do ritmo cardíaco e caso se tratasse de um ritmo desfibrilhável era aplicado um choque aos 90 segundos do respetivo ciclo sem se interromperem as compressões. Ou seja, em vez de se substituírem simplesmente as CTE manuais por CTE mecânicas, este protocolo introduziu outras alterações ao algoritmo. De notar que este protocolo utilizou ciclos de 3 minutos ao contrário do algoritmo normal onde se usam ciclos de 2 minutos.

A sobrevivência 4 horas após retomar circulação espontânea foi escolhida como *outcome* primário, de forma a minimizar a influência dos tratamentos pós-reanimação nos resultados obtidos. No entanto, estes cuidados, quando prestados, foram similares nos dois grupos.

Definiram-se como *outcomes* secundários o retorno da circulação espontânea (pulso palpável), a chegada ao serviço de urgência com pulso palpável e sobrevivência com bom *outcome* neurológico à data da alta, 1 mês e 6 meses após alta. O bom *outcome* neurológico foi definido como *Cerebral Performance Category* (CPC) *score* de 1 ou 2.

Todas as análises estatísticas foram realizadas de acordo com o protocolo na população *intention-to-treat*. Usaram-se intervalos de confiança de *Wald* de 95% e um teste exato de *Fisher* bilateral. A significância estatística para o *outcome* primário foi definida como $p < 0,48$.

Foram analisados 4998 casos de adultos vítimas de PCR em ambiente pré-hospitalar e excluíram-se casos de PCR de origem traumática, gravidez, dimensões corporais que não permitissem a utilização do dispositivo de CTE, evidência inequívoca de morte (*rigor mortis*, coloração *pos-mortem*), vítimas desfibrilhadas antes da chegada do dispositivo ao local, ONR, vítimas de PCR presenciada e que após desfibrilhação imediata retomaram circulação espontânea ou assistolia durante mais de 20 minutos.

Incluíram-se 2589 casos, dos quais 1300 faziam parte do grupo das CTE mecânicas e 1289 faziam parte do grupo das CTE manuais.

Após a aleatorização verificou-se que 116 vítimas não cumpriam os critérios de inclusão e/ou exclusão.

Para o *outcome* primário não se verificou diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos (23,6% nas CTE mecânicas vs 23,7% nas CTE manuais; IC de 95%, -3,3 a 3,2%; $p>0,99$).

Da mesma forma, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos nos *outcomes* secundários.

Às vítimas que sobreviveram foi avaliado o CPC e verificou-se que no momento da alta da unidade de cuidados intensivos 62% do grupo de CTE mecânicas e 54% do grupo de CTE manuais tinham um CPC de 1 ou 2, 92 e 86% respectivamente tinham esse valor no momento da alta hospitalar, 94 e 88% tinham esse valor após 1 mês e 99 e 94% tinham esse valor 6 meses após a PCR. Ou seja, não foram identificadas diferenças significativas na sobrevivência ou no *outcome* neurológico até 6 meses após a PCR.

Foram reportados 30 casos de efeitos adversos em utilizações do dispositivo de CTE. No grupo de CTE manuais foram reportados 3 casos de efeitos adversos. O número de casos com efeitos adversos foi considerado como muito baixo.

A primeira desfibrilhação no grupo das CTE mecânicas foi 1,5 minutos mais tardia do que no grupo das CTE manuais.

Este estudo não demonstrou um aumento da sobrevivência às 4 horas com CTE mecânicas quando comparadas com CTE manuais.

5) PARAMEDIC⁵

O estudo PARAMEDIC foi publicado em 2015 e avalia a utilização do LUCASTM seguindo as *guidelines* do ERC publicadas em 2010²⁰ em 4 serviços de ambulância do Reino Unido entre 15 de Abril de 2010 e 10 de Junho de 2013.

O objetivo deste ensaio clínico pragmático e aleatorizado por *clusters* foi estudar se as CTE mecânicas seriam melhores que as CTE manuais no aumento da sobrevivência a 30 dias em adultos após PCR pré-hospitalar não traumática.

A aleatorização foi realizada na proporção de 1:2 (1 CTE mecânicas vs 2 CTE manuais) uma vez que só estavam disponíveis 143 dispositivos LUCASTM. Foi utilizada uma sequência gerada no computador que estratificou os veículos incluídos no estudo. A

aleatorização era realizada conforme o primeiro veículo a chegar ao local, sendo que a central de despacho não tinha conhecimento da distribuição dos veículos pelos grupos.

Definiu-se como *outcome* primário a sobrevivência 30 dias após a PCR e como *outcomes* secundários a sobrevivência a 3 e a 12 meses e a sobrevivência com *outcome* neurológico favorável 3 meses após a PCR. O retorno da circulação espontânea foi considerado um *outcome* adicional. O *outcome* neurológico favorável foi determinado como CPC *score* de 1 ou 2 aos 3 meses.

No que diz respeito à análise estatística, este estudo tinha um poder de 80% de encontrar um resultado estatisticamente significativo (com um limite bilateral $p=0,05$) se a sobrevivência a 30 dias no grupo de CTE manuais fosse 5% e no grupo das CTE mecânicas fosse 7,5%. A primeira análise foi *intention-to-treat*. Usaram-se modelos de regressão logística de efeito fixo para obter OR ajustados com IC de 95%. Foi também realizada uma *Complier Average Causal Effect (CACE) analysis* com objetivo de confirmar os achados da análise de *intention-to-treat*.

Foram inicialmente incluídos no estudo 4689 casos de PCR em ambiente pré-hospitalar onde um dos veículos do estudo foi o primeiro a chegar ao local, dos quais 218 foram posteriormente excluídos. Os critérios de exclusão foram PCR de origem traumática, gravidez, casos de evidência inequívoca de morte (*rigor mortis*, coloração *pos-mortem*) ou ONR.

Foram incluídos no estudo 4471 vítimas de PCR, dos quais 1652 no grupo das CTE mecânicas e nestes só 985 (60%) receberam efetivamente tratamento com o LUCAS™.

Para o *outcome* primário os resultados foram similares no grupo das CTE mecânicas (6%) e no grupo das CTE manuais (7%) (OR 0,86; IC de 95% 0,64-1,15).

O número de vítimas com *outcome* neurológico favorável (CPC 1 ou 2) no grupo das CTE mecânicas foi mais baixo que no grupo das CTE manuais (CPC 1 4% vs 5%; CPC 2 1% vs 1%).

A análise *intention-to-treat* e a análise *CACE* tiveram resultados semelhantes.

Neste estudo foi também realizada uma análise por subgrupos (tipo de veículo acionado para a ocorrência, se a PCR foi testemunhada, se foi feito SBV antes da chegada dos

meios de socorro, etiologia da PCR ou região geográfica em causa) não se tendo encontrado nenhuma diferença significativa no *outcome* primário.

Não foram reportados efeitos adversos graves no grupo de controlo. Foram reportados 7 efeitos adversos clínicos e 15 incidentes técnicos durante a utilização dos dispositivos mecânicos.

Este estudo foi incapaz de demonstrar a superioridade das CTE mecânicas quando comparadas com as CTE manuais.

6) MECCA⁶

O estudo *Mechanical Cardiopulmonary Resuscitation versus Standard Manual CPR in Out-of-hospital Cardiac Arrest by Emergency Ambulance Crew* (MECCA) foi publicado em 2017 e o seu objetivo foi comparar a realização de CTE mecânicas utilizando o LUCASTM-2 com CTE manuais, especialmente quando o *timing* de início de ambos os métodos é semelhante.

Trata-se de um ensaio clínico controlado e aleatorizado que decorreu entre 23 de Maio de 2011 e 22 de Maio de 2012 e incluiu 46 ambulâncias dos serviços de emergência de Singapura.

A aleatorização foi feita por ambulância antes do início do estudo, tendo sido incluídas 14 ambulâncias no grupo das CTE mecânicas e 32 no grupo das CTE manuais uma vez que só existiam 14 dispositivos LUCASTM-2. Os operadores da central de despacho de meios não tinham conhecimento de quais as ambulâncias integradas em cada grupo, tornando desta forma a aleatorização oculta.

Foram incluídos no estudo adultos vítimas de PCR de origem presumivelmente cardíaca em ambiente pré-hospitalar e excluíram-se casos de PCR traumática, gravidez ou prisioneiros.

Seguiram-se as *guidelines* do ILCOR publicadas em 2010²¹ e as *guidelines* do *Singapore National Resuscitation Council* publicadas em 2011²², sendo que nos casos de utilização do LUCASTM se passaram a fazer insuflações a cada 10 CTE sem interrupções.

Definiu-se como *outcome* primário o retorno da circulação espontânea e como *outcomes* secundários a sobrevivência às 24 horas, à alta hospitalar e a 30 dias.

Foram incluídos 1191 casos que preenchiam os critérios definidos no estudo, tendo 889 integrado o grupo das CTE manuais e 302 o grupo das CTE mecânicas.

A análise estatística foi realizada tendo por base testes bilaterais de 5% e um poder de 90%. Para comparar características pré-intervenção entre grupos foram utilizados testes de U de *Mann-Whitney* para as variáveis contínuas e testes qui-quadrado ou testes exatos de *Fisher* para as variáveis categóricas. Após a divisão do grupo das CTE mecânicas em função do tempo de aplicação do dispositivo em utilizações precoces (início da utilização no local) e tardias (início da utilização dentro da ambulância), foram utilizados testes qui-quadrado para comparar estes sub-grupos entre si.

Foram realizados dois tipos de análise: uma análise *intention-to-treat* e uma análise *as-treated*.

Na análise *intention-to-treat* os resultados, tanto no *outcome* primário (31,1% nas CTE mecânicas e 29,2% nas CTE manuais; IC de 90%, 0,82 a -1,45; $p=0,537$) como nos *outcomes* secundários, foram estatisticamente equivalentes.

Na análise *as-treated* o aumento dos *outcomes* entre grupos foi evidente e os resultados demonstraram que o efeito de sobrevivência no grupo das CTE mecânicas era significativamente maior quando o dispositivo era utilizado mais precocemente, no local da PCR, antes de a vítima ser movimentada para a ambulância e quando iniciado nos primeiros cinco minutos após o início das manobras.

Apesar de este estudo não conseguir demonstrar resultados estatisticamente significativos, a análise *as-treated* sugere melhores *outcomes* se os dispositivos de CTE mecânicas forem utilizados mais precocemente quando comparados com utilizações mais tardias ou até mesmo com CTE manuais.

Discussão

Neste trabalho são analisados dois estudos que avaliam a utilização do Autopulse™ e quatro estudos que avaliam a utilização do LUCAS™.

Há alguns fatores que dificultam a comparação entre estudos, entre eles:

- O facto de o Autopulse™ ser composto por uma banda circunferencial de compressão e o LUCAS™ por um êmbolo de compressão, faz com que o mecanismo que gera o bombeamento de sangue seja diferente²;
- Mesmo nos estudos que foram realizados com o mesmo aparelho, uma vez que foram realizados em anos diferentes também a versão do aparelho diferiu não estando contempladas alterações que os dispositivos sofreram entre versões;
- As *guidelines* seguidas em cada um dos estudos foram diferentes tanto no ano de publicação como na entidade que as publicou sendo que houve estudos que não seguiram em rigor as *guidelines* tendo produzido os seus próprios protocolos.

Apesar destas dificuldades, optou-se por analisar os estudos de igual forma, dada a escassez de dados científicos disponíveis sobre esta temática.

Há algumas considerações a fazer que são transversais a todos os estudos analisados e que importa discutir no âmbito deste trabalho.

Em primeiro lugar importa referir que, apesar de todos estes estudos serem aleatorizados, em nenhum deles foi possível realizar dupla ocultação perante o dispositivo utilizado em cada um dos grupos e abordagens subsequentes. Este pode ser um fator importante de viés uma vez que os socorristas, sabendo que estão a integrar o estudo e concretamente um grupo específico, podem alterar a sua conduta.

Por outro lado, deve ter-se em consideração que os cuidados pós PCR nos variados centros hospitalares para onde as vítimas foram transportadas podem ser diferentes e, por não ser possível uniformizar procedimentos, podem levar a *outcomes* diferentes.

O estudo ASPIRE foi o primeiro estudo aleatorizado sobre dispositivos mecânicos de CTE e serviu de exemplo para todos os subsequentes.

A sobrevivência às 4 horas foi definida como *outcome* primário com o objetivo de evitar o efeito das diferentes abordagens hospitalares nos resultados.

Este estudo foi interrompido pela comissão de ética uma vez que se estavam a obter resultados adversos, nomeadamente no que diz respeito ao *outcome* sobrevivência à data da alta hospitalar e ao *outcome* neurológico. Assim sendo, não se atingiu o número de participantes necessário para tornar o estudo estatisticamente significativo e, como tal, as suas conclusões têm limitações.

No que diz respeito ao estudo CIRC, também ele com o Autopulse™, importa realçar que não se fez ajustamento, ou seja: o estudo foi interrompido quando o grupo das CTE mecânicas atingiu o número mínimo de participantes em relação ao grupo das CTE manuais fazendo com que as conclusões possam estar limitadas.

O facto de não haver ajustamento também significa que todas as leituras devem ter em conta fatores de confundimento ou fatores explicativos. Por exemplo, há uma grande diferença na proporção de casos de fibrilhação ventricular ou taquicardia ventricular nos dois grupos analisados, o que pode ter uma influência direta na sobrevivência.

Neste estudo não foram obtidos e analisados *outcomes* a longo prazo, limitando assim as suas conclusões.

O estudo Smekal é o de menor dimensão entre os analisados e no que diz respeito a limitações, a realização de um tempo extenso de CTE manuais antes da aplicação do LUCAS™ pode ter comprometido a interpretação dos resultados. No entanto, o atraso na realização de CTE também poderia conduzir a piores *outcomes* e, portanto, optaram por realizar CTE manuais enquanto o LUCAS™ não estava pronto a ser usado.

Os estudos LINC e PARAMEDIC são os dois de maiores dimensões e, por isso, são os que têm maior poder estatístico.

O estudo LINC avalia o LUCAS™ e foi patrocinado pela Physio-control/Jolife Ab, empresa que desenvolveu e comercializa o LUCAS™, estando devidamente declarados os conflitos de interesses no artigo.

Neste estudo, em vez de se substituírem simplesmente as CTE manuais por CTE mecânicas, foi criado um protocolo que introduziu outras alterações ao algoritmo de SBV, nomeadamente quanto à sua duração. Estas alterações podem ter efeitos nos resultados, uma vez que não os tornam perfeitamente comparáveis aos restantes estudos que seguem os algoritmos originais.

No PARAMEDIC, os investigadores optaram por desenvolver um estudo aleatorizado por *clusters*, de forma a evitar assim que a aleatorização ficasse dependente do socorrista. Foi realçada também neste estudo a dificuldade de treino e implementação destes dispositivos na realidade dos sistemas de emergência pré-hospitalar.

O estudo MECCA é o estudo mais recente de todos os analisados e também não demonstra superioridade na sua análise *intention-to-treat*. No entanto, o que este estudo traz de novo em relação aos outros é o facto de fazer uma análise *as-treated* que foi realizada uma vez que a *intention-to-treat*, assumindo uma implementação e utilização operacional ótima dos dispositivos de CTE mecânicas, pode ignorar e/ou subvalorizar limitações operacionais que podem ter influência estatística nos *outcomes*.

Assim, a análise *as-treated* tenta dar uma estimativa de potenciais *outcomes* se os processos envolvidos nas manobras fossem mais eficientes. Ou seja, nesta análise deu-se um particular ênfase ao momento (aplicação nos primeiros minutos após início das manobras ou mais tardiamente) e ao local (no local da PCR ou na ambulância) em que foi aplicado o dispositivo de CTE mecânicas.

Interessante neste artigo é o facto desta análise *as-treated* sugerir *outcomes* melhores nos casos em que o LUCAS™-2 foi usado mais precocemente. Aliás, estes resultados são ainda melhores que os do grupo de CTE manuais e este facto é importante uma vez que pela primeira vez um estudo equaciona que a baixa eficiência na utilização dos dispositivos mecânicos pode afetar os *outcomes* obtidos. Isto leva-nos à necessidade de se realizarem mais estudos para determinar se haveria diferenças nos *outcomes* se as CTE mecânicas tivessem início no mesmo *timing* que as CTE manuais.

De todos os estudos analisados neste trabalho não há nenhum que conclua haver superioridade nos *outcomes* obtidos quando comparadas as CTE mecânicas com as CTE manuais. Apesar de o estudo ASPIRE ter sido interrompido antes da sua conclusão e o de Smekal ser de dimensões reduzidas, os quatro estudos restantes (CIRC, PARAMEDIC, LINC e MECCA), todos eles de maiores dimensões, demonstraram que os *outcomes* obtidos não têm diferenças estatisticamente significativas e, portanto, consideram que as CTE mecânicas são equivalentes às CTE manuais.

Neste seguimento, apesar de não haver superioridade nos *outcomes* analisados, a equivalência demonstrada permite que se equacione a utilização dos dispositivos mecânicos tendo em conta alguns fatores.

O tempo que demora a aplicar o dispositivo mecânico pode ter alguma influência nos *outcomes*. O estudo de Smekal chama a atenção para a questão ética que envolve o atraso da realização de CTE se não forem iniciadas enquanto se prepara o dispositivo de CTE mecânico que, neste estudo, levou em média 2,7 minutos. No estudo LINC é também referido que há um atraso de 1,5 minutos em média na primeira desfibrilhação elétrica no grupo das CTE mecânicas, sendo que este atraso na desfibrilhação pode ter um efeito importante nos *outcomes*. Esta questão é extremamente importante uma vez que um dos fatores críticos de sucesso das manobras de RCP é a aplicação precoce de choque eléctrico. Ora, se a utilização de um dispositivo atrasa o restante protocolo, a sua utilização deve ser seriamente equacionada e deve ser reservada para situações especiais. Podemos ainda equacionar e propor para estudo futuro se caso não se desse este atraso os *outcomes* obtidos seriam os mesmos.

A utilização de dispositivos mecânicos de CTE, desde que provada a sua eficiência e segurança, pode ser equacionada e poderá trazer benefícios nas situações descritas em que as CTE manuais são de maior dificuldade, nomeadamente quando há poucos reanimadores disponíveis, quando as CTE se prolongam, quando há fadiga do reanimador, quando há necessidade de realizar outros procedimentos em simultâneo, quando as manobras são realizadas dentro de veículos em movimento, quando não há condições de segurança ou quando o acesso à vítima é limitado. Ou seja, uma vez que se consideram como tratamentos equivalentes fará sentido substituir um pelo outro se efetivamente houver a necessidade logística de manter a alta qualidade das CTE.

Podem ainda ser levantadas algumas questões relevantes, que deverão ter resposta num futuro mais ou menos próximo.

Sendo que estes dispositivos mecânicos devem ser usados de forma a perder o menor tempo possível, o treino dos operacionais é um fator preponderante. Como deve ser feito este treino? Como deverá ser implementada a utilização destes dispositivos nos serviços de emergência pré-hospitalar?

Por outro lado, sendo que não se prova a sua superioridade, será a aquisição destes equipamentos de CTE mecânicas economicamente viável?

De forma a mitigar as limitações descritas nos variados estudos, que alterações devem ser feitas aos dispositivos para que se tornem mais eficazes?

Por fim, como poderão ser feitos estudos que avaliem a utilização dos dispositivos de CTE mecânicas na sua eficiência máxima?

Conclusões

Os dispositivos de CTE mecânicas estão disponíveis no mercado e apresentam-se como uma alternativa tentadora às CTE manuais. No entanto, importa avaliar a sua eficácia e eficiência.

Neste trabalho foram analisados seis ensaios clínicos aleatorizados e em nenhuma das suas análises *intention-to-treat* foi revelada superioridade ou inferioridade nos *outcomes* quando comparada a utilização de dispositivos de CTE mecânicos com CTE manuais em PCR de origem presumivelmente cardíaca em ambiente pré-hospitalar.

Considerando, portanto, a sua equivalência, a utilização de dispositivos de CTE mecânicas pode ser equacionada desde que não atrase a realização de compressões nem a aplicação do primeiro choque elétrico com o desfibrilhador.

Uma vez que a utilização destes dispositivos pode ser condicionada de muitas formas, será também importante desenvolver outro tipo de estudos onde se avalie o seu real efeito quando otimizada ao máximo.

Agradecimentos

Um agradecimento especial ao Dr. João Madeira Lopes, que desde o primeiro contacto se mostrou disponível e interessado em orientar este trabalho, por toda a sua dedicação, sabedoria e espírito crítico que me motivaram e impulsionaram do início ao fim.

Aos meus pais, irmãs, restante família e amigos, pelo apoio incondicional em todos os projetos em que me envolvo, pela paciência e por compreenderem as minhas ausências.

Aos Bombeiros de Parede, instituição da qual faço parte desde Setembro de 2005 e que me permitiu desenvolver uma paixão particular pela Emergência Pré-Hospitalar.

A todos os amigos Médicos, Enfermeiros, Bombeiros e Técnicos de Emergência Pré-Hospitalar com os quais tive longas discussões sobre esta temática, por todos os ensinamentos e diferentes perspetivas que me permitiram enriquecer o trabalho.

Por fim, a todos os que, de forma direta ou indireta, permitiram que este trabalho fosse realizado.

Bibliografia

1. Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR, et al. Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: A randomized trial. *J Am Med Assoc.* 2006;295(22):2620-2628. doi:10.1001/jama.295.22.2620
2. Wik L, Olsen JA, Persse D, et al. Manual vs. integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial. *Resuscitation.* 2014;85(6):741-748. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.03.005
3. Smekal D, Johansson J, Huzevka T, Rubertsson S. A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCASTM device in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2011;82(6):702-706. doi:10.1016/j.resuscitation.2011.01.032
4. Rubertsson S, Lindgren E, Smekal D, et al. Mechanical chest compressions and simultaneous defibrillation vs conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: The LINC randomized trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2014;311(1):53-61. doi:10.1001/jama.2013.282538
5. Perkins GD, Lall R, Quinn T, et al. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): A pragmatic, cluster randomised controlled trial. *Lancet.* 2015;385(9972):947-955. doi:10.1016/S0140-6736(14)61886-9
6. Anantharaman V, Ng BLB, Ang SH, et al. Prompt use of mechanical cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: The MECCA study report. *Singapore Med J.* 2017;58(7):424-431. doi:10.11622/smedj.2017071
7. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation.* 2015;95:81-99. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.07.015
8. Perkins GD, Travers AH, Berg RA, et al. Part 3: Adult basic life support and automated external defibrillation. 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation.* 2015;95:e43-e69. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.07.041
9. Gates S, Quinn T, Deakin CD, Blair L, Couper K, Perkins GD. Mechanical chest compression for out of hospital cardiac arrest: Systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* 2015;94:91-97. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.07.002
10. Brooks SC, Anderson ML, Bruder E, et al. Part 6: Alternative techniques and ancillary devices for cardiopulmonary resuscitation: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation.* 2015;132(18):S436-S443. doi:10.1161/CIR.0000000000000260
11. Satterlee PA, Boland LL, Johnson PJ, Hagstrom SG, Page DI, Lick CJ. Implementation of a mechanical chest compression device as standard equipment

- in a large metropolitan ambulance service. *J Emerg Med.* 2013;45(4):562-569. doi:10.1016/j.jemermed.2013.04.012
12. JOLIFE. LUCAS 2 Chest Compression System Instructions for Use. https://www.physio-control.com/uploadedFiles/products/cpr-assist-devices/product_data/instructions_for_use/LUCAS2_InstructionsForUse_100666-00_Rev_E.pdf. Published 2009.
 13. Associates C. User Guide Autopulse model 100. https://www.zoll.com/-/media/public-site/products/autopulse/12555-001_rev_5_autopulse_model_100_user_guide.ashx.
 14. Krep H, Mamier M, Breil M, Heister U, Fischer M, Hoeft A. Out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with the AutoPulseTM system: A prospective observational study with a new load-distributing band chest compression device. *Resuscitation.* 2007;73(1):86-95. doi:10.1016/j.resuscitation.2006.08.027
 15. Soar J, Callaway CW, Aibiki M, et al. Part 4: Advanced life support. 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation.* 2015;95:e71-e120. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.07.042
 16. American Heart Association. Part 3: Adult Basic Life Support. *Circulation.* 2000;102(suppl I):I-22-I-59. doi:10.1161/01.CIR.102.suppl_1.I-22
 17. Basic A, Support L. Part 4: Adult basic life support. *Circulation.* 2005;112(24 SUPPL.). doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.166553
 18. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005: Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation.* 2005;67(SUPPL. 1). doi:10.1016/j.resuscitation.2005.10.007
 19. de Latorre F, Nolan J, Robertson C, Chamberlain D, Baskett P. European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Basic Life Support. *Resuscitation.* 2001;48(3):211-221. doi:10.1016/S0300-9572(00)00379-8
 20. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation.* 2010;81(10):1277-1292. doi:10.1016/j.resuscitation.2010.08.009
 21. Sayre MR, Koster RW, Botha M, et al. Part 5: Adult basic life support: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Circulation.* 2010;122(16). doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970996
 22. Lim SH. Basic Cardiac Life Support: 2011 Singapore guidelines. *Singapore Med J.* 2011;52(8):538-543.

Anexos

1) ASPIRE¹

Título original	<i>Manual Chest Compression vs Use of an Automated Chest Compression Device During Resuscitation Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest – A Randomized Trial</i>
Dispositivo utilizado	Autopulse™ da ZOLL Medical Corporation
Tamanho da amostra	767 (373 CTE manuais / 394 CTE mecânicas)
Tipo de estudo	Ensaio clínico aleatorizado por clusters e cruzado
Período do estudo	1 de Julho de 2004 a 31 de Março de 2005
Locais de realização	Calgary (Alberta), Columbus (Ohio), subúrbios de Pittsburgh (Pa), Seattle (Wash) e Vancouver (British Columbia)
Critérios de inclusão	Adultos com PCR pré-hospitalar de origem presumivelmente cardíaca
Critérios de exclusão	Gravidez; ONR; trauma; cirurgia recente; morte inequívoca à chegada da equipa; PCR presenciada pela equipa; etiologia não cardíaca; SAV iniciado > 90 s antes da chegada da equipa
<i>Guidelines</i> de SAV	AHA 2000 ¹⁶
<i>Outcome</i> primário	Sobrevivência com circulação espontânea 4 horas depois do alerta
<i>Outcomes</i> secundários	Alta hospitalar e estado neurológico (<i>Cerebral Performance Category score</i>) no momento da alta

2) CIRC²

Título original	<i>Manual vs Integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial</i>
Dispositivo utilizado	Autopulse™ da ZOLL Medical Corporation
Tamanho da amostra	4231 (2132 CTE manuais / 2099 CTE mecânicas)
Tipo de estudo	Ensaio clínico controlado, sequencial e aleatorizado
Período do estudo	5 de Março de 2009 a 11 de Janeiro de 2011
Locais de realização	3 locais nos EUA: Fox Valley Region (WI), Hillsborough County (FL), Houston (TX); 2 locais na Europa: Viena (Áustria) e Nijmegen (Holanda)
Critérios de inclusão	Adultos com PCR pré-hospitalar de origem presumivelmente cardíaca; idade superior a 18 anos
Critérios de exclusão	Gravidez; ONR; tamanho demasiado grande para o dispositivo poder ser usado; prisioneiros; vítimas que receberam CTE mecânicas antes de ter sido determinada a aleatorização; equipas que chegassem mais de 16 minutos depois do alerta
<i>Guidelines</i> de SAV	ERC 2005 ¹⁸ / AHA 2005 ¹⁷ . Respiração, ritmo cardíaco e pulso avaliado a cada 3 minutos
<i>Outcome</i> primário	Sobrevivência no momento da alta hospitalar
<i>Outcomes</i> secundários	Retorno da circulação espontânea, sobrevivência às 24 horas, <i>Modified Rankin Scale score</i> ≤3 antes da alta hospitalar

3) SMEKAL³

Título original	<i>A Pilot study of mechanical chest compressions with the LUCAS™ device in cardiopulmonary resuscitation</i>
Dispositivo utilizado	LUCAS™ Chest Compression System da Physio-control/Jolife Ab, Lund, Suécia
Tamanho da amostra	148 (73 CTE manuais / 75 CTE mecânicas)
Tipo de estudo	Estudo piloto aleatorizado
Período do estudo	1 de Fevereiro de 2005 e 1 de Abril de 2007
Locais de realização	Uppsala e Gavle, Suécia
Critérios de inclusão	Adultos com PCR pré-hospitalar de origem presumivelmente cardíaca
Critérios de exclusão	Gravidez ou trauma
Guidelines de SAV	ERC 2000 ¹⁹
Outcome primário	Retorno da circulação espontânea com TA > 80/50 mmHg por mais de 5 minutos
Outcomes secundários	Retorno da circulação espontânea com pulso palpável, sobrevivência no momento da admissão hospitalar ou sobrevivência à data da alta hospitalar

4) LINC⁴

Título original	<i>Mechanical Chest Compressions and Simultaneous Defibrillation vs Conventional Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. The LINC Randomized Trial</i>
Dispositivo utilizado	LUCAS TM Chest Compression System da Physio-control/Jolife Ab, Lund, Suécia
Tamanho da amostra	2589 (1289 CTE manuais / 1300 CTE mecânicas)
Tipo de estudo	Ensaio clínico multicêntrico aleatorizado
Período do estudo	Janeiro de 2008 a Agosto de 2012
Locais de realização	Gavle, Malmo, Vasteras e Uppsala na Suécia; Utrecht na Holanda; Dorset no Reino Unido
Critérios de inclusão	Adultos com paragem cardiorrespiratória em ambiente pré-hospitalar
Critérios de exclusão	PCR traumática; idade inferior a 18 anos; gravidez; dimensões corporais que não permitissem a utilização do dispositivo de CTE mecânicas (muito grande ou muito pequeno); vítimas desfibrilhadas antes da chegada do dispositivo ao local; vítimas de PCR presenciada e que após desfibrilhação imediata retomaram circulação espontânea
<i>Guidelines</i> de SAV	ERC 2005 ¹⁸
<i>Outcome</i> primário	Sobrevivência 4 horas após retomar circulação espontânea
<i>Outcomes</i> secundários	Retorno da circulação espontânea (pulso palpável), chegada ao serviço de urgência com pulso palpável e sobrevivência com bom <i>outcome</i> neurológico à data da alta, 1 mês e 6 meses após alta

5) PARAMEDIC⁵

Título original	<i>Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomized controlled trial</i>
Dispositivo utilizado	LUCAS TM Chest Compression System da Physio-control/Jolife Ab, Lund, Suécia
Tamanho da amostra	4471 (2819 CTE manuais / 1652 CTE mecânicas)
Tipo de estudo	Ensaio clínico pragmático e aleatorizado por <i>clusters</i>
Período do estudo	15 de Abril de 2010 a 10 de Junho de 2013
Locais de realização	4 serviços de ambulância nacionais (NHS) do Reino Unido: West Midlands, North East England, Wales e South Central
Critérios de inclusão	Adulto; veículo incluído no estudo foi o primeiro a chegar ao local; PCR em ambiente pré-hospitalar
Critérios de exclusão	PCR de origem traumática; gravidez; em casos de evidência inequívoca de morte (<i>rigor mortis</i> , coloração <i>pos-mortem</i>) ou Ordem de Não Reanimar (ONR): os socorristas tinham autorização para reconhecer a morte e recusar RCP; se a vítima permanecesse em assistolia durante mais de 20 minutos as tentativas de reanimação podiam ser abandonadas
<i>Guidelines</i> de SAV	ERC 2010 ²⁰
<i>Outcome</i> primário	Sobrevivência aos 30 dias
<i>Outcomes</i> secundários	Sobrevivência à PCR a 3 meses, 12 meses e sobrevivência com <i>outcome</i> neurológico favorável 3 meses após a PCR (o retorno da circulação espontânea foi considerado um <i>outcome</i> adicional)

6) MECCA⁶

Título original	<i>Prompt use of mechanical cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the MECCA study report</i>
Dispositivo utilizado	LUCAS TM -2 Chest Compression System da Physio-control/Jolife Ab, Lund, Suécia
Tamanho da amostra	1191 (889 CTE manuais / 302 CTE mecânicas)
Tipo de estudo	Ensaio clínico controlado e aleatorizado
Período do estudo	23 de Maio de 2011 a 22 de Maio de 2012
Locais de realização	Singapura
Critérios de inclusão	Adultos (maiores de 21 anos de idade) vítimas de PCR de origem presumivelmente cardíaca em ambiente pré-hospitalar
Critérios de exclusão	PCR traumática, gravidez ou prisioneiros
<i>Guidelines</i> de SAV	ILCOR 2010 ²¹ e Singapore National Resuscitation Council 2011 ²²
<i>Outcome</i> primário	Retorno da circulação espontânea
<i>Outcomes</i> secundários	Sobrevivência a 24 horas, à data da alta hospitalar e a 30 dias